



Centre Alpin de Recherche sur les Réseaux Trophiques et Ecosystèmes Limniques



# UMR

Unité Mixte de Recherche

# CARRTEL

Centre Alpin de Recherche sur les Réseaux Trophiques et Ecosystèmes Limniques





Centre Alpin de Recherche sur les Réseaux Trophiques et Ecosystèmes Limniques

**L'UMR CARRTEL (Centre Alpin de Recherche sur les Réseaux Trophiques\* et Ecosystèmes Limniques) est une Unité Mixte de Recherche qui associe l'INRA et l'Université Savoie Mont Blanc. Elle est à la fois localisée à la Station d'Hydrobiologie Lacustre de Thonon (74) et sur le campus de Savoie Technolac, au Bourget-du-Lac (73).**

Depuis sa création en 1999, le CARRTEL a pour objectif d'acquérir des connaissances sur le fonctionnement des écosystèmes lacustres, en particulier celui des grands lacs péri-alpins profonds et des petits lacs d'altitude. Ces écosystèmes sont étudiés sous l'angle des changements environnementaux, climatiques et liés aux apports des bassins versants\*. Le CARRTEL contribue à évaluer l'état et l'évolution de la qualité des milieux aquatiques et participe ainsi à leur gestion. La recherche est organisée en 2 axes thématiques, s'appuyant sur des plateaux techniques mutualisés.

Les chercheurs, enseignants-chercheurs, ingénieurs, techniciens, doctorants et étudiants qui constituent l'Unité (environ 45 personnes) mettent en oeuvre des disciplines variées dans les domaines de l'écologie et de la limnologie\* (ichtyologie\*, microbiologie, écotoxicologie, biologie moléculaire,...).

### Glossaire :

**Bassin versant :** territoire qui draine l'ensemble de ses eaux vers un même point, appelé exutoire.

**Cytométrie :** technique permettant de mesurer certains paramètres de cellules isolées en les faisant défiler à grande vitesse dans le faisceau d'un laser.

**Ichtyologie :** science qui étudie les poissons.

**Limnologie :** science des eaux continentales.

**PCR :** réaction en chaîne par polymérase, méthode permettant de dupliquer en grand nombre une séquence d'ADN ou d'ARN connue.

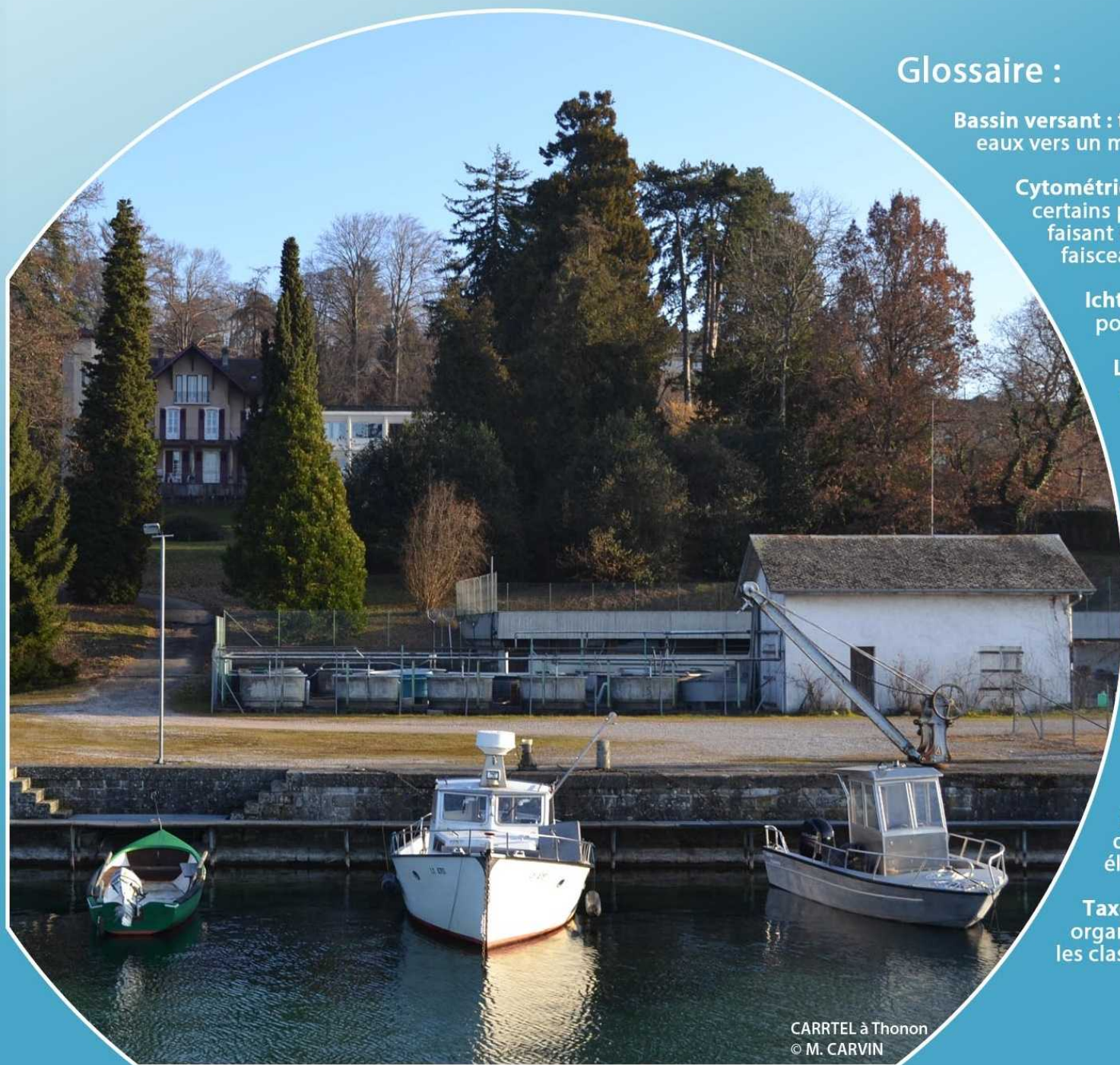
**Réseau trophique :** ensemble des chaînes alimentaires d'un écosystème, par lesquelles circulent la matière et l'énergie.

**SIG :** Système d'Information Géographique.

**SOERE :** Système d'Observation et d'Expérimentation au long terme pour la Recherche en Environnement.

**Spéciation :** distinction entre les différentes formes chimiques d'un élément.

**Taxonomie :** science qui décrit les organismes vivants afin de les identifier et les classer.



**Cinq plateaux mutualisés** coordonnent les diverses compétences techniques du CARRTEL. Ils produisent et analysent les données nécessaires aux recherches. Ils respectent le référentiel qualité de l'INRA qui garantit la traçabilité et l'exactitude des résultats obtenus.

## Prélèvements et Données

De nombreuses mesures *in situ* sont effectuées régulièrement sur les lacs alpins à l'aide des bateaux du CARRTEL. Elles permettent d'acquérir les paramètres nécessaires à la surveillance de l'état de santé du milieu (suivi mensuel ou bi-mensuel) et sont aussi utilisées dans les travaux de recherche. Les données (phytoplancton, zooplancton, poisson, physico-chimie, etc.) issues de ces suivis alimentent le Système d'Information de l'observatoire.

## Installations Expérimentales

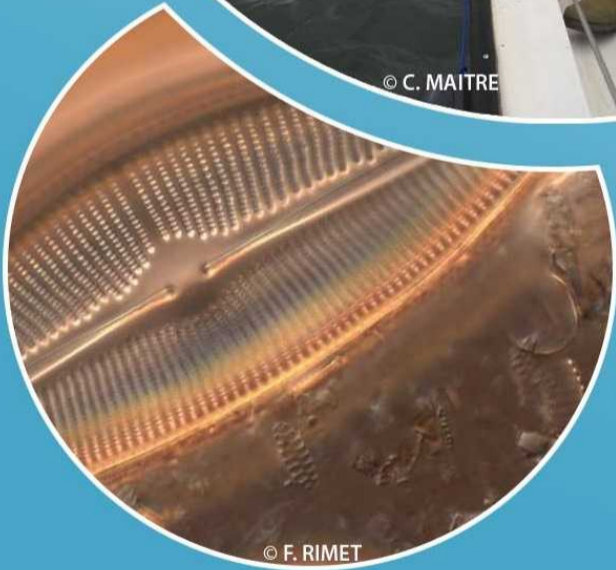
Elles rassemblent les différents systèmes expérimentaux de l'UMR: un port, des bateaux équipés pour les prélèvements, une pisciculture à bassins multiples et des chambres thermostatées, des canaux extérieurs artificiels et des chambres de culture.



© C. MAITRE



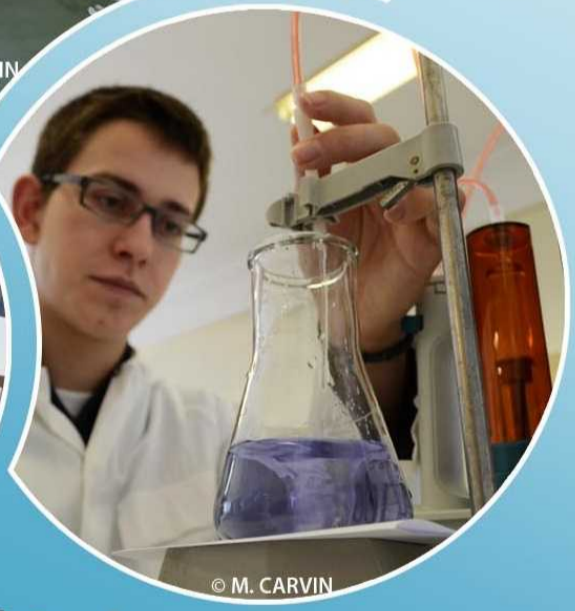
© M. CARVIN



© F. RIMET



© M. CARVIN



© M. CARVIN

## Biodiversité

Ce plateau rassemble les compétences taxonomiques\* du laboratoire et prend en charge les analyses en microscopie et cytométrie\* des prélèvements. Il réalise le comptage et l'identification d'organismes (virus, bactéries, ciliés, phyto et zooplancton) et l'analyse des pièces osseuses de poissons.

## Biologie Moléculaire

En charge des analyses moléculaires (ADN et ARN), ce plateau caractérise la diversité des organismes aquatiques (en particulier les micro-organismes). Les techniques mises en œuvre sont variées : extraction des ADN et ARN, PCR\*, empreintes moléculaires, clonage et préparation d'échantillons pour le séquençage massif.

## Chimie Environnementale

Ce plateau assure les analyses physico-chimiques d'eaux de lacs et de rivières. Il quantifie les éléments majeurs, en particulier le carbone et les nutriments tels que l'azote et le phosphore. Il est également amené à tracer, par spéciation\*, l'origine du phosphore dans les sédiments et les sols collectés dans le bassin versant des lacs.

# Axes Thématiques

## BACC

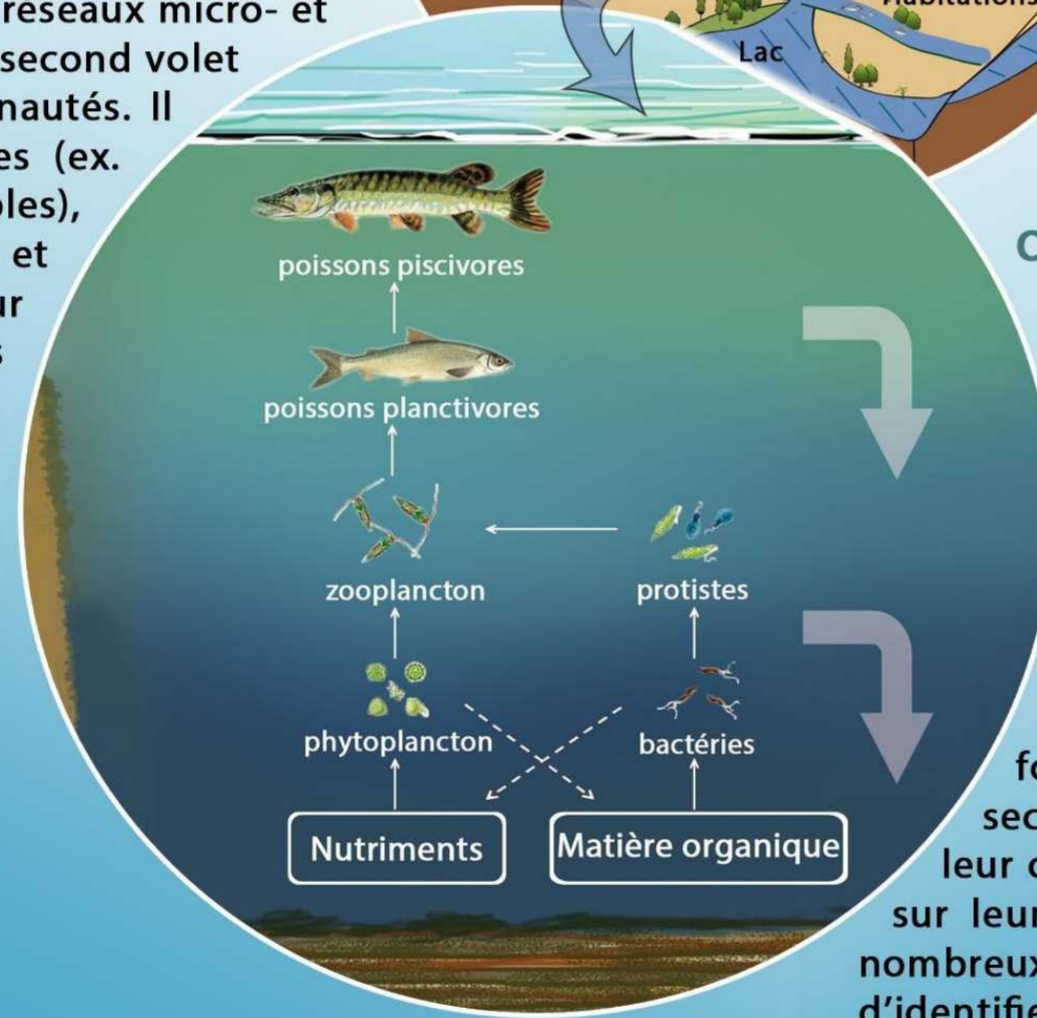
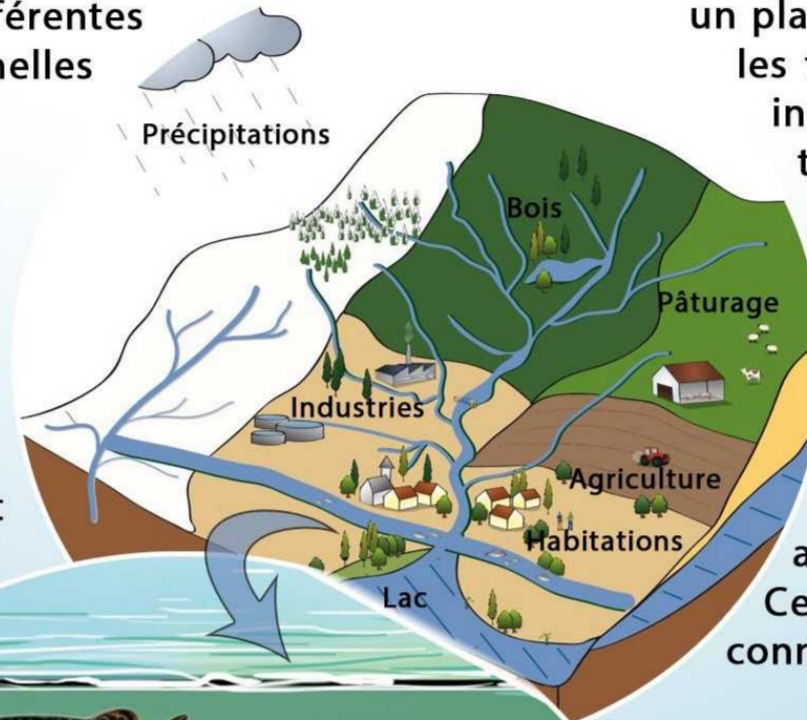
(Biodiversité Aquatique: Causalités et Conséquences fonctionnelles)

### CONTEXTE

Les organismes lacustres dépendent de leur environnement. Les caractéristiques physiques et chimiques de leur milieu sont affectées par les changements des facteurs naturels (évolution et variation climatique) et humains (occupation des bassins versants\*,...). Ces variations ont des effets sur la biodiversité, l'abondance des populations, la structure des communautés et les interactions entre organismes. Il en résulte des modifications dans le fonctionnement général et les propriétés écologiques de l'écosystème lacustre. Celles-ci sont étudiées pour différentes composantes des réseaux trophiques\* (bactéries, algues, poissons,...), à des échelles spatiales et temporelles multiples.

### OBJECTIFS DE RECHERCHE

Un premier volet consiste à décrire et comprendre le rôle de la biodiversité dans le fonctionnement de l'écosystème. Les études sont réalisées à différents niveaux d'organisation (de l'individu à la communauté) et sur différents types d'organismes (du virus aux poissons). Il s'agit d'analyser la diversité de groupes jusqu'à présent peu pris en compte (archées, picocyanobactéries, macrophytes) et de comprendre leurs rôles fonctionnels (connexions entre les réseaux micro- et macrobiens ; acteurs des cycles du méthane ou de l'azote). Le second volet consiste à comprendre l'impact des forçages sur les communautés. Il s'agit d'évaluer la réponse d'organismes clés à ces forçages (ex. impact des micropolluants ; hiérarchisation de forçages multiples), de mieux comprendre les liens entre phylogénie et sensibilité, et d'évaluer le rôle du potentiel adaptatif des organismes. Pour répondre à ces deux volets, les travaux s'appuient sur des suivis (base de données OLA) et sur de l'expérimentation *in situ* et en laboratoire, sur des pas de temps contrastés allant de quelques jours à plusieurs décennies.



## MELAC

(Méta Ecosystème LAcustre dans un contexte de Changement global)

### CONTEXTE

Le lac est indissociable de son bassin versant et des activités humaines qui s'y développent (agriculture, industrie, urbanisation). Sur ces bassins versants, les processus biophysico-chimiques déterminent sur un plan quantitatif et qualitatif les flux arrivant aux lacs. En interaction avec les facteurs climatiques, ces flux contribuent aux caractéristiques fondamentales des lacs (régime thermique, hydrodynamique, qualité chimique,...). Les modifications des paysages des bassins versants et des flux associés affectent ainsi le fonctionnement de l'écosystème lacustre. Ces relations sont abordées dans une approche de "méta écosystème lacustre", qui connecte explicitement le lac et son bassin versant.



### OBJECTIFS DE RECHERCHE

MELAC aborde les conséquences des changements globaux dans les grands lacs péri-alpins et dans les petits lacs alpins d'altitude au travers d'une approche méta-écosystémique. Un premier volet vise à renforcer la compréhension des processus de la mosaïque terre-eau, notamment en étudiant les interfaces entre systèmes terrestres et aquatiques (transitions bassins versants-marais, rivières-lacs, zones littorales), considérés comme des 'hot-spots' biogéochimiques. Ces zones clés contrôlent des flux d'éléments (phosphore, carbone et azote) du bassin versant vers les milieux aquatiques récepteurs. Ce volet s'appuie notamment sur des outils de caractérisation spatiale des bassins versants (SIG\*, télémétrie et modélisation) et le développement de traceurs de flux (isotopes du phosphore, ADN fossile) dont les signatures sont préservées lors des transferts terrestres-aquatiques. Un second volet a pour objectif de comprendre le rôle de la structure des bassins versants et de leur occupation passée et actuelle sur l'état écologique des lacs. Les études portent également sur leur vulnérabilité aux changements climatiques. Ce volet s'appuie sur la comparaison de nombreux lacs, à l'échelle alpine et mondiale, grâce à des outils de néo- et paléo-limnologie afin d'identifier les facteurs naturels ou humains les plus influents sur les processus lacustres.

## Partenariat et Réseaux Scientifiques

Les actions scientifiques de l'UMR s'appuient sur un partenariat très diversifié: Universités (Chambéry, Clermont-Ferrand, Lyon, Paris,...), instituts publics de recherche (CNRS, IRD, IRSTEA,...). A l'international, le CARTEL développe des collaborations privilégiées avec des équipes suisses (Universités de Genève, de Lausanne) ou d'autres pays (Allemagne, Autriche, Canada, Italie, Pologne, USA,...). Le CARTEL est membre de réseaux scientifiques de portée mondiale (FASCICLE, GLEON) ou européenne (NetLake) et, régionalement, membre d'une Fédération de Recherche en Environnement et d'une Zone Atelier. De part la nature finalisée de ses travaux, il s'appuie également sur des organismes gestionnaires (Asters, CIPEL, CISALB, SILA,...) et des opérateurs (Agence de l'Eau RMC, ONEMA).



## Observatoire des Lacs alpins Le SOERE\* OLA

Piloté par l'UMR CARTEL, l'Observatoire des Lacs alpins (OLA) a pour objectif de fournir des données scientifiques de qualité pour comprendre et *in fine* modéliser l'évolution de l'état et des fonctionnements écologiques de systèmes lacustres soumis à des changements de pressions humaines, locales et globales.

Rassemblant une dizaine de laboratoires, il assure des suivis réguliers, sur le long terme, sur plusieurs écosystèmes lacustres, depuis l'échantillonnage et la prise de mesures *in situ* jusqu'à l'archivage de données validées dans un Système d'Information. Il porte également des programmations scientifiques de plus courtes durées autour de différentes questions : biodiversité, fonctionnement des réseaux trophiques, transfert de contaminants (PCB),...

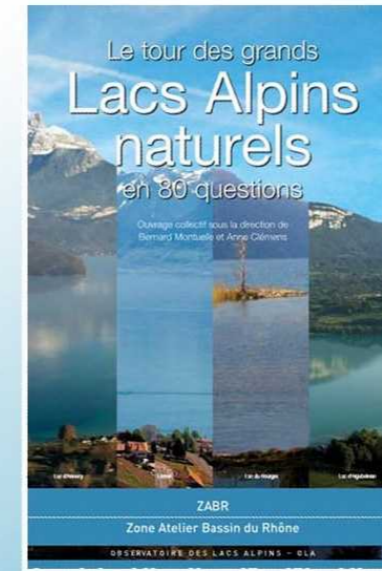
## Valorisation



Une publication scientifique soutenue publiée dans des journaux internationaux  
<http://www.thonon.inra.fr/La-communication/Listes-des-publications>

Communications régulières dans les médias (journaux et radios)

Journées "Portes Ouvertes" sur le site de Thonon



Contribution à l'ouvrage grand public "Le tour des grands lacs alpins naturels en 80 questions"



## Formation

Enseignement et accueil de stages du BTS au Master 2

Coordination des enseignements en limnologie dans le Master ECOMONT

Accueil et encadrement de thèses



Co-organisation d'écoles d'été en limnologie avec l'Université d'Irkoustk (Russie) et l'Université de Genève (Institut Forel)



Les trois grands lacs naturels péri-alpins que sont les lacs d'Annecy, du Bourget et le Léman, mais aussi les petits lacs d'altitude, sont au cœur de cet observatoire. Selon les lacs, les suivis sont en place depuis les années 1960 - 1970 et le SOERE OLA dispose ainsi d'une base de données unique et en actualisation régulière. L'observatoire est labellisé SOERE par l'Alliance AllEnvi et est répertorié dans le Global Lake Ecosystem Observatory Network (GLEON).



## Liens utiles :

AFL (Association Française de Limnologie)  
[www.limnologie.fr](http://www.limnologie.fr)

Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse  
[www.eaurmc.fr](http://www.eaurmc.fr)

AllEnvi (Alliance nationale de recherche pour  
l'Environnement)  
[www.allenvi.fr](http://www.allenvi.fr)

Centre INRA ARA (Auvergne-Rhône-Alpes)  
[www.clermont.inra.fr](http://www.clermont.inra.fr)

Asters (Conservatoire d'espaces naturels Haute-Savoie)  
[www.asters.asso.fr](http://www.asters.asso.fr)

CIPEL (Commission Internationale  
pour la Protection des Eaux du Léman)  
[www.cipel.org](http://www.cipel.org)

CISALB (Comité Intersyndical pour l'Assainissement du Lac  
du Bourget)  
[www.cisalb.com](http://www.cisalb.com)

EFPA (Ecologie des Forêts, Prairies et milieux Aquatiques)  
[www.efpa.inra.fr](http://www.efpa.inra.fr)

FASCICLE (French Asian Study on global Change effects  
through Inter-site Comparison of Limnic Ecosystems)  
[www.fascicle.cnrs.fr](http://www.fascicle.cnrs.fr)

GLEON (Global Lake Ecological Observatory Network)  
[www.gleon.org](http://www.gleon.org)

ONEMA (Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques)  
[www.onema.fr](http://www.onema.fr)

NetLake (Networking Lake Observatories in Europe)  
[www.cost.eu/COST\\_Actions/essem/Actions/ES1201](http://www.cost.eu/COST_Actions/essem/Actions/ES1201)

SILA (Syndicat Mixte du Lac d'Annecy)  
[www.sila.fr](http://www.sila.fr)

ZABR (Zone Atelier Bassin du Rhône)  
[www.zabr.org](http://www.zabr.org)



Le Léman en hiver ©A. BOUCHEZ



Centre Alpin de Recherche sur les Réseaux Trophiques et Ecosystèmes Limniques

Centre Alpin de Recherche sur les  
Réseaux Trophiques et Ecosystèmes  
Limniques

[www.thonon.inra.fr](http://www.thonon.inra.fr)

UMR CARTEL - INRA  
75 avenue de Corzent CS 50511  
74203 THONON LES BAINS CEDEX  
Tél : +33 (0)4 50 26 78 00

UMR CARTEL  
Université Savoie Mont Blanc  
Bâtiment Belledonne 226  
73376 LE BOURGET-DU-LAC CEDEX  
Tél : +33 (0)4 79 75 94 54

Contact : [www.thonon.inra.fr/contact](http://www.thonon.inra.fr/contact)



[www.inra.fr](http://www.inra.fr)  
[www.univ-smb.fr](http://www.univ-smb.fr)

Observatoire des Lacs alpins  
[www6.inra.fr/soere-ola](http://www6.inra.fr/soere-ola)

Système d'Information  
[si-ola.inra.fr](http://si-ola.inra.fr)

